

石垣島アンパル干潟の塩水流動特性について

東京工業大学工学部	学生会員	○井上 陽介
東京工業大学大学院総合理工学研究科	フェロー	石川 忠晴
東京工業大学大学院総合理工学研究科	正会員	中村 恭志
科学技術振興機構	正会員	入江 光輝

1. はじめに

沖縄県石垣島の南西部に位置するアンパル干潟は、南北に約 1km、東西に約 0.5km の長さを持つ潟湖干潟である。干潟の周囲はマングローブに覆われ、東からは名蔵川が注ぎこみ、北西部には名蔵湾に通じる出口がある。アンパル干潟は潮位上昇に伴って水没し、潮位低下とともに名蔵川の流路を除く部分が陸地化していく。水質的には塩分・水温の異なる河川水と海水が潮の干満にあわせて徐々に混合し、複雑な時間的空間的分布を有する。干潟の生物はこれらの環境に対応して分布生息している。

一方、近年名蔵川流域では赤土流出が問題になっており、土の堆積による流れの変化や赤土による懸濁などが生物相に及ぼす物理・生化学的影響が懸念されている。このような赤土流出の環境影響評価を行うためには干潟の水理環境を詳細に把握する必要がある。

そこで本研究ではまず、干潟内の地形を把握するために干潟全面で標高測量を行った。次に水位計を数個設置し、連続観察を行った。そして得られた空間的に離散的な水位データを面的に補間する方法について検討した。さらに補間された水位分布と標高測量結果に基づいて陸地と浸水地の判別を行い、水際線の挙動を推定した。一方写真撮影と画像解析により実際の水際線の挙動を観察した。そして2つの異なる手法で求められた水際線の挙動を比較した。

2. 現地観測

2-1. 標高測量

干潟全面について緯度経度で 0.5 秒 (約 15m) 間隔で標高測量を行い、得られたデータから約 5m 間隔のメッシュを用いて標高補間を行った。

2-2. 水位計測

圧力式水位計を図 a の白丸 (○) 地点に潜筋に沿って配置し、2003 年 7 月 13 日から 20 日まで 5 分間隔で圧力式水位計により水位計測を行った。得られた水位データにキャリブレーションを行って標高水位にした。

2-3. 写真撮影

図 a の黒丸 (●) 地点に横たわる名蔵大橋の上にカメラを計 3 台固定し、干潟の北部全体を覆うように、乾陸から水没にかけて 5 分間隔で水際線を撮影した。のちに写真画像から地上座標に変換するための基準点として、干潟内に目印 (ポール) を数箇所設置し、その地点の位置測量もおこなった。

3. データ処理

3-1. A) 線的補間

得られた離散的な水位データを用いて空間の水面標高を再現する際に、まず測定点同士を結んだ線が滑らかにつながるように、各 2 測定点を結んだ辺上を三次関数で補間すると仮定して、関数を次のように表す。

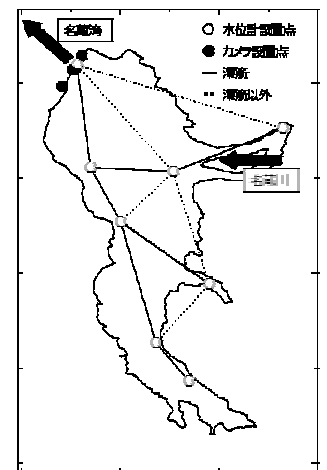


図 a. 水位計(L)、カメラ(C)設置点

キーワード 空間補間, 標高測量, 水面標高, 座標変換

連絡先 〒226-8502 横浜市緑区長津田町 4259 東京工業大学 大学院総合理工学研究科 環境理工学創造専攻

石川・中村研究室 TEL :045-924-5504,5515 E-mail :yinoue@depe.titech.ac.jp

$$F^i(x) = a_i x^3 + b_i x^2 + c_i x + d_i \quad (1)$$

このとき各測定値 f と点上の勾配 g を既知とすると各係数 a, b, c, d は f と g によって表される。一方、補間曲線上の勾配の二乗を積分したものを変動量 M とすると、

$$M_i = \int_{x_i}^{x_{i+1}} \left(\frac{\partial F^i(x)}{\partial x} \right)^2 dx \quad (2)$$

この M を最小化する。すなわち 2 点間の補間曲線上全ての点においてできるだけ勾配を小さくし、緩やかな水の流れを表現する。

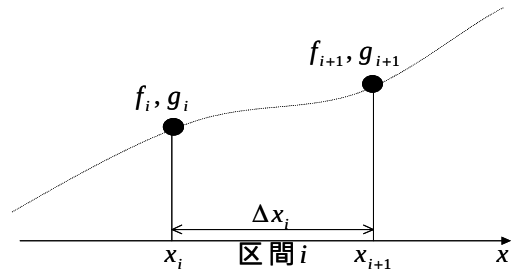


図 b . 三次関数補間概略図

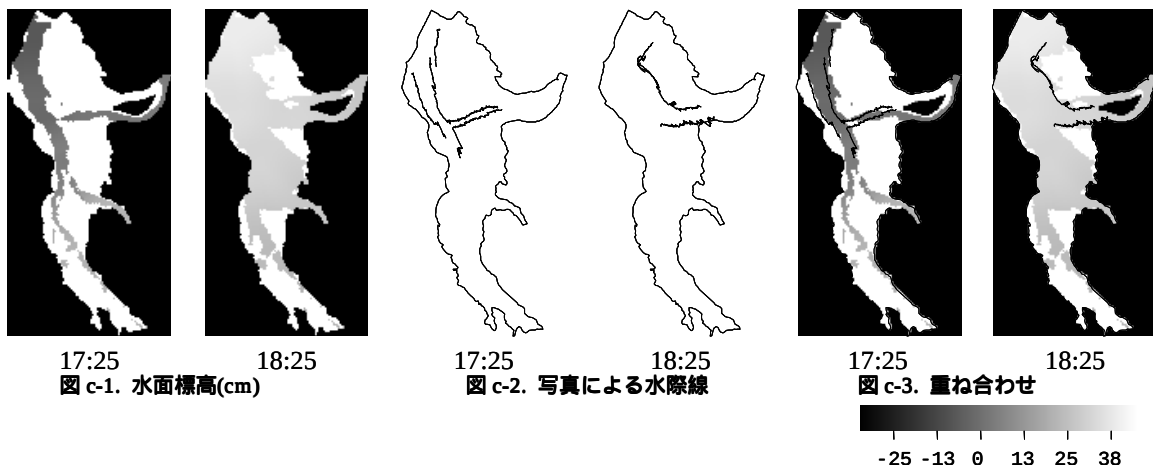
3 - 1 . B) 線的補間から面的補間へ

三次関数で補間された測定点間の線上データをもとに面的補間を行った。ただし、覆水状態によって空間補間の手段を使い分けている。滞筋のみに水があるような状態（図 a の実線部）では着目地点から水平に補間された線上に降ろした場所の値をそのまま利用し、徐々に水が干潟全面を覆う過程ではさらに辺を増やし（図 a の点線部）事前に用意した三角形要素内の重心に水が及んだときに、三角形内部三次関数補間を行った。このように補間して得られた水面標高と地形標高の高低により水面形を導いた。

3 - 2 . 写真画像による水際線の地上座標変換

水際線を写真平面の座標（写真座標）上でデジタイジングし、地上座標が既知である目印の写真座標から単写真評定（1）の変換係数を求めて、水際線の座標変換を行った。

4 . 結果と考察



17:25 18:25
図 c-1. 水面標高(cm)

17:25 18:25
図 c-2. 写真による水際線

17:25 18:25
図 c-3. 重ね合わせ

-25 -13 0 13 25 38

解析結果の一例として 7 月 14 日 17 時 25 分と 18 時 25 分の結果を示す。図 c-1 は水位計から求めた水面標高(cm)補間分布、図 c-2 は写真から求めた水際線、図 c-3 は両者を重ね合わせたものである。図 c-1 では各々の時間帯で水面標高を滑らかに再現できている。両者はほぼ一致しているが、名蔵川河口域においてやや整合性が悪い。撮影は干潟出口にかかる名蔵大橋行ったため、河口付近は写真上で奥手の遠影となり、座標変換したときの精度が低い。したがって補間結果と一致しなかったものと思われる。

5 . まとめ

本研究では空間的に離散的に得られる水位データを補間して、水際線の挙動把握を試みた。その結果を写真画像解析によって得られた水際線と比較したところ、画像解析の精度が悪い河口部を除いて両者は整合した。このことから数地点の水位観測データから干潟水環境の基本となる水際線の挙動が評価できたといえる。今後は水温、塩分の計測データについても同様の補間を行い、干潟内の水環境の時空間的变化をより詳細に把握したいと考えている。

[参考文献]

(1) 写真による三次元測定、応用写真測量、日本写真測量学会 編（1983）

